

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

AB

(11)Publication number : 04-007508  
(43)Date of publication of application : 10.01.1992

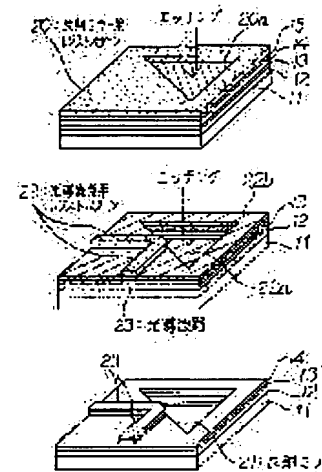
(51)Int.Cl. G02B 6/12

(21)Application number : 02-109771 (71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD  
(22)Date of filing : 25.04.1990 (72)Inventor : ASABAYASHI KAZUNARI  
USHIKUBO TAKASHI  
OKAYAMA HIDEAKI

## (54) PRODUCTION OF REFLECTION TYPE OPTICAL BENDING WAVEGUIDE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain the optical bending waveguide of a low reflection loss provided with a reflecting mirror having a flat surface by forming a resist pattern for the reflecting mirror having flat side walls and etching a substrate with a resist pattern for the optical waveguide as a mask.  
**CONSTITUTION:** The reflecting mirror is first formed on the substrate and thereafter, the optical waveguide is formed. Namely, the focus of an exposing beam at the time of resist exposing using a photolithographic technique on the flat plate is matched with the surface of the substrate 11 uniformly over the entire area thereof so that the resist pattern 20 for the reflecting mirror having the flat side wall is formed by the development to be executed thereafter. The surface of the substrate 11 is etched by using such resist pattern 20 for the reflecting mirror, by which the reflecting mirror 21 having the flat surface is easily formed. The reflecting mirror 21 having the reflecting mirror surface flat over the entire area is easily and exactly formed in this way. The reflection type optical bending waveguide 23 which is small in reflection loss and has a good propagation characteristic is obtd.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

## ⑫ 公開特許公報(A) 平4-7508

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)1月10日

G 02 B 6/12

M

7036-2K

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 反射型光曲げ導波路の製造方法

⑯ 特 願 平2-109771

⑰ 出 願 平2(1990)4月25日

⑱ 発 明 者 浅 林 一 成 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内  
 ⑲ 発 明 者 牛 窪 孝 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内  
 ⑳ 発 明 者 岡 山 秀 彰 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内  
 ㉑ 出 願 人 沖電気工業株式会社 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号  
 ㉒ 代 理 人 弁理士 柿本 恭成

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

反射型光曲げ導波路の製造方法

## 2. 特許請求の範囲

化合物半導体材料からなる基板上に、フォトリソグラフィ技術を用いて反射ミラー用レジストパターンを形成し、その反射ミラー用レジストパターンをマスクにして前記基板をエッチングして凹状の反射ミラーを形成する反射ミラー形成工程と、前記反射ミラー用レジストパターンを除去した後、前記反射ミラー箇所ではれ曲がったストライプ形状の光導波路用レジストパターンをフォトリソグラフィ技術を用いて形成し、前記光導波路用レジストパターンをマスクにして前記基板をエッチングして断面凸状の光導波路を形成する光導波路形成工程とを、

順に施すことを特徴とする反射型光曲げ導波路の製造方法。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、半導体ウェハなどの基板上に形成される光導波路及び反射ミラーからなる反射型光曲げ導波路の製造方法に関するものである。

(従来技術)

従来、この種の反射型光曲げ導波路の製造方法としては、例えば、ジャーナル オブライトウェーブ テクノロジー (JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY) LT-3 [4] (1985-8) P. 785-788に記載されるものがあつた。以下、その製造方法を図を用いて説明する。

第2図(a)～(b)は、前記文献に記載された反射型光曲げ導波路の製造方法を示す製造工程図である。

この反射型光曲げ導波路は、化合物半導体からなる光導波路及び反射ミラーで構成されるもので、次の(1)～(4)の工程に従って製造される。

(1) 第2図(a)の工程

n-GaAsからなる基板1上に、n-GaAsからなる導波層1bを形成した積層構造のウェ

ハを用意する。

(2) 第2図(b)の工程

フォトリソグラフィ技術を用いて、光導波路用レジストパターン3を導波層1b上に形成する。レジストパターン3をマスクとして、ドライエッチングの一つである反応性イオンエッチング(Reactive Ion Etching、以下RIEという)で、エッチング領域3aの導波層1bを所定の深さまでエッチングし、ほぼ直角に折れ曲がったストライプ形状の光導波路4を形成する。その後、不必要になったレジストパターン3を除去する。

(3) 第2図(c)、(d)の工程

フォトリソグラフィ技術を用いて、三角形のエッチング領域5aを有するレジストパターン5を、導波層1b及び光導波路4の一部の上に形成する。その後、レジストパターン5をマスクとして導波層1b及び光導波路4の折れ曲がり部分の角の一部をエッチングし、その光導波路4の折れ曲がり部分の角の一部に三角形の反射ミラー6を形成す

る。その後、レジストパターン5を除去すれば、反射型光曲げ導波路の製造工程が終了する。

このようにして製造された反射型光曲げ導波路では、入射光が光導波路4の一端に入射すると、その入射光は、光導波路4内において断面横方向に導波層領域に閉じ込められ、その光導波路4に添って伝搬していく。この伝搬する光は、反射ミラー6でほぼ直角に反射した後、光導波路4に添って伝搬し、その光導波路4の他端から出射光の形で出射される。

(発明が解決しようとする課題)

しかしながら、上記の製造方法では、次のような課題があった。

第3図は、第2図(d)の拡大図であり、2回目のフォトリソグラフィ直後における反射ミラー用レジストパターン5の側面の荒れ模様が示されている。反射ミラー用レジストパターン5における符号5bは反射ミラー用パターン、Aはそのレジストパターン側面である。

従来の製造方法では、第2図(b)に示すよう

— 3 —

に、1回目のRIE後では光導波路4を構成するためのストライプ形状が、導波層1bに作り付けられており、このストライプ形状近傍において導波層1bに上下方向の段差が生じる。そのため、第2図(c)に示すように、2回目のフォトリソグラフィにおけるレジスト膜のパターン露光の際、どのようなタイプの露光法であっても段差の一方の側にしか露光ビームの焦点を合わせることができない。そのため、例えば段差の上側に焦点を合わせた場合、第3図に示すように、ストライプ形状を横断することになる反射ミラー用レジストパターン5は、段差下側のエッチング領域5aにおいて、露光ビームの焦点が含まれていないために、現像後における該エッチング領域5aにおける反射ミラー用パターン部5bのレジストパターン側面Aの側壁がでこぼこに荒れてしまう。

このような形状の反射ミラー用レジストパターン5を用いてRIEを行なうと、そのレジストパターン5の荒れがそのまま導波層1bに転写、エッチングされてしまい、該導波層1bのエッチン

— 5 —

— 4 —

グ側面がやはりでこぼこに荒れることになる。反射型光曲げ導波路では、直角程度までの大きな折り曲げ角を有する光導波路4内に光を伝搬させるため、その折り曲げ箇所を垂直に三角形形状にエッチングし、この三角形形状のエッチング側壁を反射ミラー6としている。この反射ミラー領域を光が通過する際に、光導波路4を伝搬する光はその反射ミラー領域で、ある広がりをもってほぼ直角方向に反射する。従って、この反射ミラー領域を光が通過する際に、その受ける損失を小さくするためには、反射ミラー表面であるレジストパターン側面Aのエッチング側壁をその全域にわたって平坦にすることが必要であるが、従来の製造方法ではこの平坦性を向上させることが困難であった。

本発明は前記従来技術が持っていた課題として、製造工程時に生じる反射ミラー表面の荒れによる反射損失の増大の点について解決した反射型光曲げ導波路の製造方法を提供するものである。

(課題を解決するための手段)

本発明は、前記課題を解決するために、光導波

— 6 —

路及び反射ミラーより構成される反射型光曲げ導波路の製造方法において、化合物半導体材料からなる基板上に、フォトリソグラフィ技術を用いて反射ミラー用レジストパターンを形成し、その反射ミラー用レジストパターンをマスクにして前記基板をエッチングして凹状の反射ミラーを形成する反射ミラー形成工程を施す。次に、前記反射ミラー用レジストパターンを除去した後、前記反射ミラー箇所で折れ曲がったストライプ形状の光導波路用レジストパターンをフォトリソグラフィ技術を用いて形成し、前記光導波路用レジストパターンをマスクにして前記基板をエッチングして断面凸状の光導波路を形成する光導波路形成工程を施したものである。

#### (作 用)

本発明によれば、以上のように反射型光曲げ導波路の製造方法を構成したので、反射ミラー形成工程では、平坦な基板上に、フォトリソグラフィ技術を用いて反射ミラー用レジストパターンを形成する場合、そのレジスト露光時の露光ビームの

焦点を基板全域にわたって均一にその表面に合わせることが可能となり、その後に行う現像処理により、平坦な側壁を有する該反射ミラー用レジストパターンの作成が行える。その後、光導波路形成工程において、フォトリソグラフィ技術を用いて光導波路用レジストパターンを形成し、そのレジストパターンをマスクにして基板をエッチングすることにより光導波路を形成すれば、平坦な表面を持つ反射ミラーを備えた低反射損失の反射型光曲げ導波路の製造が行える。したがって、前記課題を解決できるのである。

#### (実施例)

第1図(a)～(d)は、本発明の一実施例を示す反射型光曲げ導波路の製造方法を説明するための概略の製造工程図である。

本実施例では、基板材料として化合物半導体の一つである例えばGaAs/AlGaAsを用い、その基板に三角形状の反射ミラーとストリップ装荷型の構造を有する光導波路等を形成する反射型光曲げ導波路の製造方法について、その製造工程

— 7 —

を第1図を参照しつつ、以下説明する。

#### (1) 第1図(a)の工程

まず、反射型光曲げ導波路を形成するために、GaAs/AlGaAsを用いた積層構造の光導波路用基板10を準備する。この積層構造の基板10は、気相成長法などによって製造される。すなわち、n-GaAsからなる膜厚400μmの基板本体11、I-Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>Asからなる膜厚3.0μmの下部クラッド層12を形成する。さらに、下部クラッド層12上に、i-GaAsからなる膜厚0.5μmの光導波層13、I-Al<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>Asからなる膜厚1.0μmの上部クラッド層14、及びi-GaAsからなる膜厚0.2μmのキャップ層15を順次積層状態に堆積することにより、基板10が形成される。ここで、下部クラッド層12及び上部クラッド層14は、光を包み込む層、光導波層13は光を伝搬させる層、及びキャップ層15はAlの酸化防止などのために形成された保護膜である。

#### (2) 第1図(b)の工程

— 8 —

スピニング法などを用いてフォトレジストをキャップ層15の全面に塗布する。フォトリソグラフィ技術により、図示しないフォトマスクを用いて紫外線をフォトレジスト上に照射して該フォトレジストを露光した後、その露光されたフォトレジストを有機溶剤等を用いて現像し、三角形状に開口されたエッチング領域20aを有する反射ミラー用レジストパターン20を形成する。次に、このレジストパターン20をマスクにして、RIEなどのドライエッチングにより、基板10を下部クラッド層12まで例えば5μm程度エッチングし、三角形状の反射ミラー21を形成する。その後、ガスプラズマや剝離液等を用いて、不要になったレジストパターン20を剝離除去する。

#### (3) 第1図(c)、(d)の工程

基板10の全面にフォトレジストを塗布し、前記(2)の工程と同様のフォトリソグラフィ技術を用いて該フォトレジストを露光及び現像し、反射ミラー21の領域で折れ曲がった幅例えば2μm程度のストライプ形状の光導波路用レジストパ

— 9 —

—47—

— 10 —

ターン22を形成する。この光導波路用レジストパターン22の形成時において、露光後に有機溶剤等で現像処理を行った場合、凹状の反射ミラー21の領域上は残存するフォトレジスト22aによって覆われている。この光導波路用レジストパターン22をマスクにして、エッチング領域22bをRIEなどのドライエッチング法により、上部クラッド層14の中程まで例えば1.1 $\mu$ m程度エッチングし、断面凸状のストリップ装荷型の構造を有する光導波路23を形成する。この際、ミラー21の領域はフォトレジスト22aで覆われているため、エッチングされない。その後、ガスプラズマや剝離液等を用いて、不要になったレジストパターン22及びフォトレジスト22aを剝離、除去すれば、第1図(d)に示すような所望の反射型光曲げ導波路が得られる。

本実施例では、次のような利点を有している。

本実施例では、まず最初に反射ミラー21を形成し、その後光導波路23を形成するようにしたので、反射ミラー形成工程において、平坦な基板

10上で反射ミラー用レジストパターン20の作成が行える。すなわち、フォトリソグラフィ技術を用いたレジスト露光時の露光ビームの焦点を基板10の全域にわたって均一にその表面に合わせることが可能となるため、その後に行う現像によって平坦な側壁を有する反射ミラー用レジストパターン20を形成することが可能となる。そのため、このようなレジストパターン20を用いて基板10をエッチングすることにより、平坦な表面をもつ反射ミラー21を作成できる。その後フォトリソグラフィ技術を用いて光導波路23を形成することにより、製造工程が完了する。

したがって、このようにして製造された反射型光曲げ導波路を用いて、その光導波路23に光を導波させた場合、従来ような反射ミラー表面の荒れによって生ずる光の反射損失を無くすことができ、光の伝搬特性の優れた反射型光曲げ導波路を簡単かつ的確に製造できる。

なお、本発明は上記実施例に限定されず、例えば基板10としてGaAs/AlGaAs以外の

— 11 —

化合物半導体材料で形成したり、光導波層13を基板本体11と異なる材料で形成することにより、下部クラッド層12を省略したり、あるいは反射ミラー21及び光導波路23の形状を第1図(a)以外の形状に変形してもよい。また、上記実施例では、基板10を用いて反射ミラー21及び光導波路23を形成したが、この基板10に代えて、化合物半導体材料からなる積層構造の光導波路用ウェーハを用いて複数の反射型光曲げ導波路を同時に製造するなど、種々の変形が可能である。

(発明の効果)

以上詳細に説明したように、本発明によれば、基板上に、まず反射ミラーを形成した後に光導波路を形成するようにしたので、反射ミラー形成工程における反射ミラー用レジストパターンの形成時において、平坦な基板上でフォトリソグラフィ技術を用いたレジスト露光時の露光ビームの焦点を基板全域にわたって均一にその表面に合わせることができるので、その後に行う現像によって平坦な側壁を有する反射ミラー用レジストパターン

— 12 —

を形成することができる。従って、このような反射ミラー用レジストパターンを用いて基板上をエッチングすることにより、平坦な表面をもつ反射ミラーを簡単かつ的確に作成することができる。その後、光導波路形成工程において光導波路を基板上に形成することにより、全域にわたって平坦な反射ミラー表面を有する反射ミラーを簡単かつ的確に形成することができ、反射損失の極めて小さな伝搬特性の良い反射型光曲げ導波路を得ることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図(a)～(d)は本発明の実施例を示す反射型光曲げ導波路の製造方法説明する製造工程図、第2図(a)～(d)は従来の反射型光曲げ導波路の製造方法を説明する製造工程図、第3図は第2図(c)の拡大図である。

10……基板、11……基板本体、12……下部クラッド層、13……光導波層、14……上部クラッド層、15……キャップ層、20……反射ミラー用レジストパターン、21……反射ミラー、

— 13 —

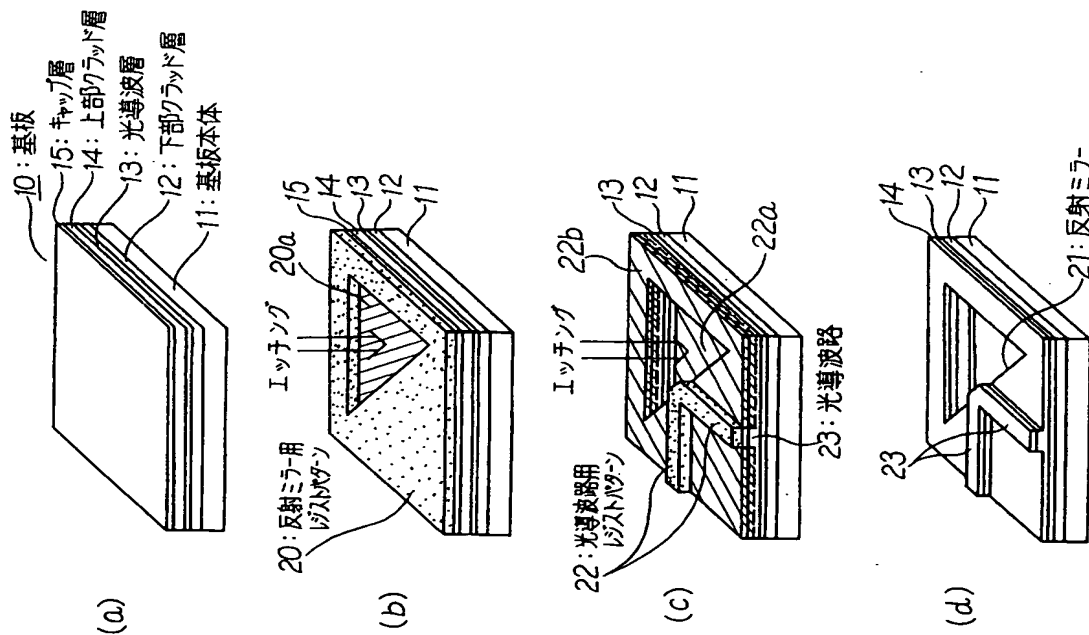
— 48 —

— 14 —

22.....光導波路用レジストパターン、23.....  
光導波路。

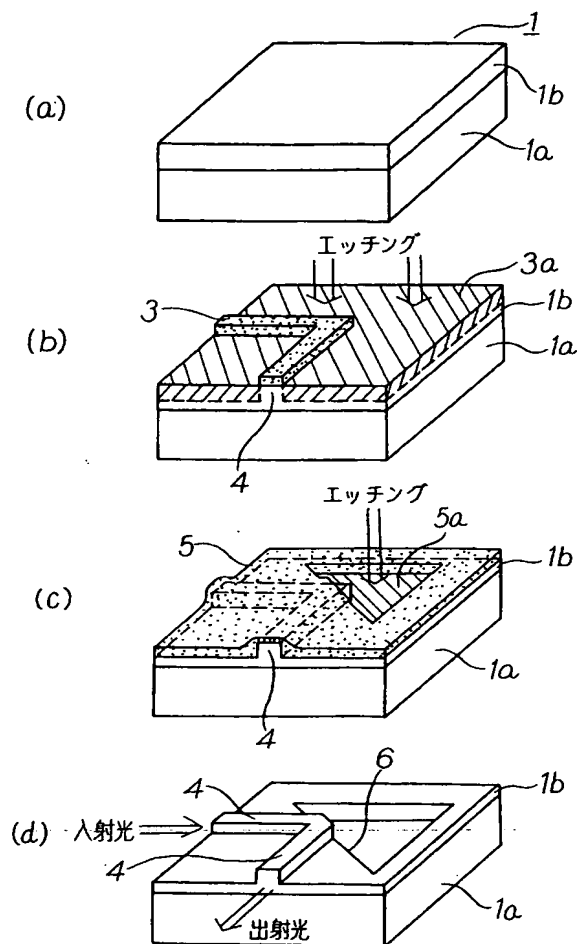
出願人 沖電気工業株式会社  
出願人代理人 柿 本 恭 成

- 15 -

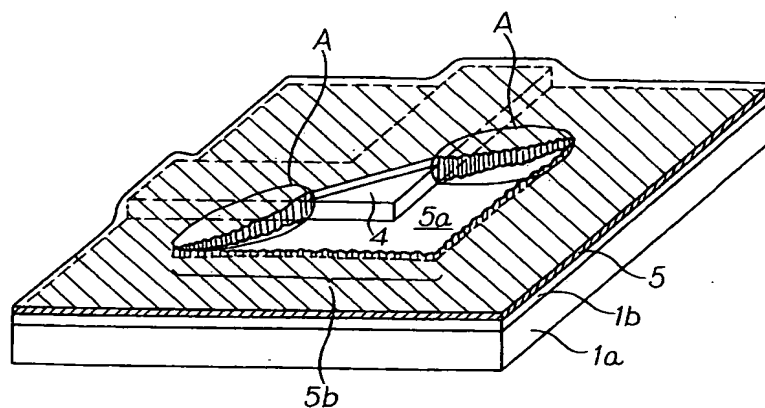


本発明の実施例の製造工程図

第 1 図



従来の製造工程図  
第 2 図



第2図(c)の拡大図  
第 3 図